



TITLE:

# Numerical Study on Debris Flow Behavior with Two Sabo Dams( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

Kim, Namgyun

---

CITATION:

Kim, Namgyun. Numerical Study on Debris Flow Behavior with Two Sabo Dams. 京都大学, 2015, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2015-07-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19233>

RIGHT:

京都大学	博士（工 学）	氏名	金 南均
論文題目	Numerical Study on Debris Flow Behavior with Two Sabo Dams (2基の砂防ダムを配置した場での土石流の挙動に関する数値解析)		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>本論文は、砂防ダムにおける土石流の越流流量の評価方法を新たに提案し、連続した2基の砂防ダムを配置した場を対象に、砂防ダム近傍での土石流の堆積、越流、侵食等の挙動を数値的に解析する手法を示したものである。本論文は、以下の通り5章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、土石流の分類、土石流対策、土石流の数値解析モデル、砂防ダムの連続配置等に関する従来の研究を簡潔にレビューした後、本論文の目的と論文の構成について述べている。</p> <p>第2章では、2基の砂防ダムの配置間隔、高さ、給水時間を種々変化させ、発生した土石流のダム周辺での堆積形状、砂防ダムで扞止された土砂量、砂防ダムによる土石流ピーク流量・土砂濃度の減少率、砂防ダムでの堆積および流出土砂の粒度分布等を詳細に調べるための水理模型実験を実施している。砂防ダム周辺での土石流の堆積形状や堆積土砂量については、砂防ダムの設置間隔が長いほど、下流のダムからの土砂堆積の影響が上流側の砂防ダムに及びにくいため、実験の範囲内ではより多くの土砂を砂防ダム間に堆積させる結果となっている。また、これは設置間隔が長いほど土石流のピーク流量およびピーク土砂濃度の減少率が最大となることと整合している。一方、設置間隔が短くなると上流側の砂防ダムが堆積土砂で埋没し、土石流はもはや上流側の砂防ダムを越流する形態をとらずに流動することが確認され、数値解析においてもこのような現象を適切に表現し得る取り扱いが必要であることが示唆された。なお、粒度分布に関する実験結果において、水路の下流側での平均粒径が最大値をとり、上流側砂防ダムで堆積した土砂の平均粒径が一番小さくなっており、上流側の砂防ダムで巨礫が捕捉され平均粒径も大きくなるとの従来の考えとは逆の傾向を示している。これは、水路長が短かったために土石流が十分発達できず、先端に巨礫が集中する過程を実験で再現できなかったためと考えられるが、今後の課題である。</p> <p>第3章では、土石流の流動・侵食・堆積に関する支配方程式を示すとともに、砂防ダム天端から越流する土石流のモードを、水理模型実験結果を参考にして、越流タイプ（overflow type）と段落ちタイプ（free-overfall type）の2つに分類し、越流タイプでは清水の場合を参考にして、完全越流形式と不完全越流形式の2つ越流流量評価式を提案している。ついで、支配方程式の差分式を示し、有限差分法により砂防ダムを2基配置した場での土石流の流動の数値解析を行っている。その際、越流流量の流量係数を清水の場合と同様と仮定して、用いた侵食・堆積速度式の違いによる、砂防ダムでの土石流の堆積形状等への影響について検討している。その結果、清水時の流量係数が援用できるかの問題はあるが、Takahashi らの侵食・堆積速度式を用いた場合の堆積長は実験値とよく一致するものの、堆積厚さはやや過少評価となっている。一方、Egashira らのそれを用いた場合は堆積長がやや実験値より長くなるものの、堆積厚さは比較的良好に実験結果を再現する結果となっている。同様に、</p>			

京都大学	博士（工 学）	氏名	金 南均
<p>砂防ダム直下流での土石流の流量および土砂濃度の時間変化に関しても、実験結果と数値解析結果とを比較している。その結果、とくに下流側の砂防ダムを越流する土石流の流量および土砂濃度に関して数値計算結果と実験値との差異が大きくなることが確認された。これは流量係数に土砂濃度の影響が考慮されていないことが原因ではないかと考えられ、土砂濃度を考慮した新たな流量係数の評価法の必要性が示唆された。</p> <p>第4章では、まず、砂防ダムからの土石流の越流流量評価式における流量係数と、越流時の土石流の土砂濃度との関係を明らかにするための水理模型実験を行っている。そして、土砂濃度を考慮せずに土石流の流量に関する実験結果と計算結果との誤差を最小にする流量係数を求めたところ、実験ケース毎に流量係数の値が異なり系統的に定まらないこと、越流した土石流の土砂濃度の時間変化に関する計算結果も実験結果を適切に再現しないことがわかった。そこで、越流流量評価式に土砂濃度を考慮した新たな評価式を越流タイプ（完全越流形式）と段落ちタイプのそれぞれに対して提案している。なお、不完全越流形式での越流は、上流側の砂防ダムで段落ち流れにならず、かつ、下流側の砂防ダムで堆砂が進行し、上流側の砂防ダム下流付近で水位が上昇することで上流側の流れに影響を与えるような状況でごくまれにしか生じないことから、越流タイプにおいては完全越流形式で越流するとした取り扱いが可能であるとしている。ついで、新たに提案した土石流の越流流量評価式を用いて、2基の砂防ダムが存在する場での土石流の流動・堆積・越流過程に関する数値解析を行い、土石流の越流時の流量および土砂濃度ともここで提案した越流流量評価式で比較的良く再現し得ることから、越流流量評価式が妥当であるとしている。</p> <p>第5章は結論であり、本論文で得られた成果について要約するとともに、今後の課題についてとりまとめている。</p>			

## (論文審査の結果の要旨)

本論文は、砂防ダムからの越流流量の評価方法を新たに提案し、連続した2基の砂防ダムを配置した場を対象に、土石流の挙動の数値解析手法を示したものであり、得られたおもな成果は次のとおりである。

1. 砂防ダムからの土石流の越流に関する水理模型実験結果より、砂防ダム天端から越流する土石流のモードは、越流タイプ (overflow type) と段落ちタイプ (free-overfall type) の2つに分類でき、越流タイプでは清水の場合と同様に完全越流形式と不完全越流形式の2つ越流形式が認められた。その中で、不完全越流形式での越流は、上流側の砂防ダムで段落ち流れにならず、かつ、下流側の砂防ダムで堆砂が進行し、上流側の砂防ダム下流付近で水位が上昇することで上流側の流れに影響を与えるような状況でごくまれにしか生じないことから、完全越流形式で越流するとした取り扱いが可能であると推察された。また、2つの砂防ダムで堆砂が進行することにより、見かけ上、上流側の砂防ダムが下流側の砂防ダムによる堆砂で一体となる場合も存在する事が認められた。
2. 水理模型実験結果を参考に、砂防ダムから越流する土石流の越流流量評価式に関し、清水の場合の越流公式を援用し、流量係数について種々検討している。まず、越流流量に関する実験結果と計算結果との誤差を最小にする流量係数を求めたところ、実験ケース毎に値が異なり、系統的に流量係数が定まらないことが判明した。また、越流した土石流の土砂濃度の時間変化に関する計算結果も実験結果を適切に再現していないことが分かった。そこで、越流流量評価式に土砂濃度を考慮した新たな評価式を越流タイプ (完全越流形式) と段落ちタイプのそれぞれに対して提案している。
3. 新たに提案した土石流の越流流量評価式を用いて、2基の砂防ダムが存在する場での土石流の流動・堆積・越流過程に関する数値解析を行ったところ、土石流の越流時の流量および土砂濃度ともここで提案した越流流量評価式で比較的良く再現し得ることが確認され、越流流量評価式の妥当性が認められた。

以上、本論文は、砂防ダムからの越流流量の評価方法を新たに提案し、連続した2基の砂防ダムが存在する場を対象に、土石流の挙動の数値解析手法を示したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年5月26日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。